

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **08019840 A**

(43) Date of publication of application: **23.01.96**

(51) Int. Cl.

**B22D 11/10**  
**B22D 11/04**

(21) Application number: **06152200**

(22) Date of filing: **04.07.94**

(71) Applicant: **NKK CORP**

(72) Inventor:  
**MURAKAMI KATSUHIKO**  
**SUZUKI MAKOTO**  
**YAMAOKA YUICHI**  
**ISHII TOSHIO**  
**KUBOTA ATSUSHI**

**(54) CONTINUOUS CASTING METHOD**

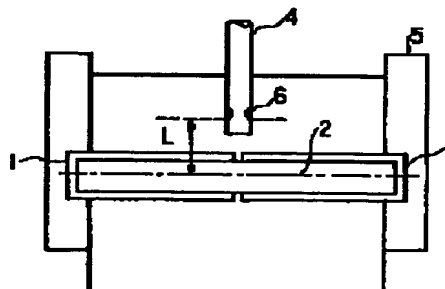
and the float-up of the mold powder can be promoted.

**(57) Abstract:**

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

**PURPOSE:** To prevent the entrapment of mold powder and to promote the float-up of foreign matter, such as deoxidation products, by impressing still type AC magnetic field having a specific frequency to molten steel, at the time of controlling the fluid of the molten steel in a mold for continuous casting by electromagnetic induction.

**CONSTITUTION:** The mold unit has water-cooling mold walls 5 and one pair of two sets of magnetic poles 2 are arranged at the outside of the mold walls 5, respectively. Each magnetic pole 2 is connected with a return yoke to form one magnetic circuit. Each magnetic pole 2 is faced to the long side surface of the mold wall 5 and electric current is supplied to a coil 1 of each magnetic pole 2 from an AC electric source to generate the still type AC magnetic field having 1-15Hz frequency to the molten steel in a cavity. An immersion nozzle 4 is inserted in the cavity surrounded with the mold walls 5 and the molten steel is discharged from one pair of discharging holes 6 at the lower part. The mold powder is floated up on the molten steel surface in the mold and the entrapment of the mold powder is prevented



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-19840

(43) 公開日 平成8年(1996)1月23日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 2 D 11/10	3 5 0 B			
11/04	3 1 1 J			

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平6-152200

(22) 出願日 平成6年(1994)7月4日

(71) 出願人 000004123

日本鋼管株式会社

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号

(72) 発明者 村上 勝彦

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日

本鋼管株式会社内

(72) 発明者 鈴木 真

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日

本鋼管株式会社内

(72) 発明者 山岡 祐一

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日

本鋼管株式会社内

(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦

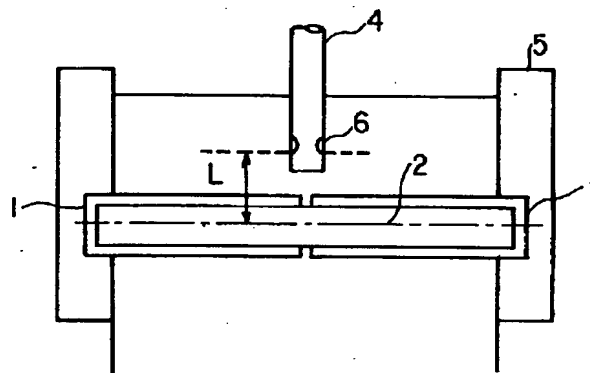
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 連続铸造方法

(57) 【要約】

【目的】 メニスカスにおける溶鋼流動変動を防止して、  
铸片全幅にわたって高品位を実現することができる連続  
铸造方法を提供する。

【構成】 連続铸造用铸型内の溶鋼の流動を電磁誘導に  
よって制御する際に、周波数が1Hz以上で15Hz以  
下の磁界静止型交流磁界を溶鋼に印加する。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】連続铸造用鋳型内の溶鋼の流動を電磁誘導によって制御する際に、周波数が1Hz以上で15Hz以下の磁界静止型交流磁界を溶鋼に印加することを特徴とする連続铸造方法。

【請求項2】鋳型の厚み方向に磁極を対向させて浸漬ノズルの吐出孔より下方に少なくとも一対以上の電磁石を少なくとも鋳片幅方向の70%以上にわたって配置することを特徴とする請求項1記載の連続铸造方法。

【請求項3】浸漬ノズルの吐出孔より下方と上方の両部位において、鋳型の厚み方向に磁極を対向させて電磁石を少なくとも鋳片幅方向の70%以上にわたって配置することを特徴とする請求項1記載の連続铸造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、電磁誘導によって鋳型内で溶鋼の流動を制御する連続铸造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】鋼の連続铸造において、タンディッシュから浸漬ノズルを通して鋳型内に注入される溶鋼は大きな吐出速度を持っているため、脱酸生成物であるアルミナを主体とする介在物を捕捉し、モールドパウダを巻込む主要因となっている。このような異物混入による鋳片品質の低下は铸造速度の増大とともに顕著となる。この防止対策として電磁誘導力を利用して溶鋼流動を制御しようとする技術が種々提案されている。

【0003】特開平2-75455号公報は、静磁場を浸漬ノズルの吐出孔近傍に配置して、最適磁界強度になるように電磁力を制御し、溶鋼吐出流の勢いを抑制する方法を開示している。しかし、この方法は、溶鋼流動を効果的に制御するための電磁力範囲を規定するものではあるが、浸漬ノズルからの吐出流速は時間変動が大きく、最適な電磁力範囲を一義的に決定することは非常に困難である。

【0004】特開平3-142049号公報および特開平3-258442号公報は、電磁力が強すぎた場合の溶鋼流の局部的な、まわりこみが発生するのを防止する目的で鋳片の幅全体にわたって電磁界を作用させる方法を開示している。しかし、この場合も、電磁力が強い場合には、電磁界の谷間に沿って水平方向に溶鋼流が走り、短片面に衝突した時点で溶鋼流は下降流となる。さらに、鋳片の端部の短片近傍では、鋳片と鋳型壁とは電氣的に絶縁状態にあるため、誘導電流が逆向きに流れ下降流を加速する方向に電磁力が作用する。その結果、鋳片幅方向中心部近傍の品質は向上するものの、短片近傍の品質を劣化させる。

【0005】特開平1-150450号公報は、静的な誘導電流や磁気制動力を発生する直流磁場の代わりに、浸漬ノズル下方の最適位置に直流磁界もしくは低周波交流磁界を作用させ、効率よく溶鋼流動を制御する方法を

2

開示している。これによれば静的な誘導電流は存在しないため、鋳片短片近傍での下降流を助長するような現象は低減される。しかしながら、交流磁界の場合は、与えられた磁場の周波数に応じて、磁界の方向と誘導電流の方向は180度変化するが、磁気制動力の方向は変化せず、磁気制動力の絶対値は与えられた磁束密度の最大値に比例した値からゼロまで変化する。したがって、1Hz未満の低周波の場合は、溶鋼流の慣性力のため、磁気制動された溶鋼流はその周波数で変動する。このため、磁気制動力の変動がメニスカス部に及ぶような高速铸造の場合は、電磁力制御によって逆にモールドパウダの巻込みを助長することになる。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】一方、低周波の交流磁場を用いた流動制御方法として周波数0.1~60Hzの範囲の移動磁界を用いる技術が数多く提案され、実用化されている。この技術は、溶鋼の攪拌技術を流動制御に適用したものであり、磁界の移動方向のみに限って制動力は作用するが、他の方向には制動力は作用せず、流動制御としては不十分なものである。さらに、電磁力が強すぎる場合には、流れのまわりこみが発生したり、移動磁界による付随流れを発生させるため、浸漬ノズルからの吐出流速と磁界強度とのバランスがくずれた場合には、パウダの巻込みを助長することになる。このように移動磁界を用いる方法は、鋳型内での流動制御方法としては最適な方法ではない。

【0007】本発明は上記事情に鑑みてなされたものであって、モールドパウダの巻込みを防止し、脱酸生成物などの異物の浮上促進を目的とした鋳型内での溶鋼流動制御方法に関するものであり、上記の従来技術の適用時に見られるような、鋳型の短片面近傍での下降流を低減し、さらに、メニスカスにおける溶鋼流変動を防止して、鋳片全幅にわたって高品位を実現することができる連続铸造方法を提供することにある。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明に係る連続铸造方法は、連続铸造用鋳型内の溶鋼の流動を電磁誘導によって制御する際に、磁界発生領域を移動させることなく所定位置にとどめた状態で、周波数が1Hz以上で15Hz以下の交流磁界を溶鋼に印加することを特徴とする。

【0009】本発明においては、鋳片の短片面近傍における下降流の低減と、その下降流を助長するような誘導電流の発生を防止するために、1Hz以上から15Hz以下までの磁極静止型の交流磁界を浸漬ノズルの下方に配置する。ここで「磁界静止型の交流磁界」とは、リニアモータ等を使用されるいわゆる移動磁界ではなく、時間によって位相が変化しない磁界をいう。

【0010】磁極は鋳型の厚み方向に対向させて少なくとも鋳片の幅方向の70%以上にわたって設置し、一段の制御で不十分な場合は必要に応じて複数段の磁界を配

置してもよい。

【0011】また、本発明では、従来技術である直流静磁場方式に見られたような鋳片の短片面近傍における下降流の助長作用が低減されるため、そこでの上昇流が増大する場合があります、その場合に、モールドパウダの巻込みを低減させるために、浸漬ノズルの吐出口より上方に1Hz以上の磁界静止型の交流磁界もしくは、直流磁界を設置してもよい。

【0012】

【作用】鋳片の両端部での品質劣化を助長しない鋳型内での溶鋼流動制御方法として、交流磁界の最適周波数を決定するために種々のテストを行った。その結果を図1に示す。図1は横軸に印加電磁界の周波数(Hz)をとり、縦軸に鋳型短辺近傍での湯面変動量をとって、印加電磁界の周波数が湯面に及ぼす影響の程度について調べた結果を示す特性線図である。図から明らかなように、周波数が低いほど鋳型の幅方向端部近傍における湯面の変動量は大きくなり、特に周波数が1Hz未満になると、3~12mmという大きな液面変動が生じる。これに対して、1Hz以上の周波数では急激に湯面の変動量は減少し、湯面は安定する。この傾向は周波数がさらに増大しても変わらない。

【0013】図2は、横軸に印加電磁界の周波数(Hz)をとり、縦軸にモールドパウダ性介在物数指標をとって、印加電磁界の周波数が鋳片品質に及ぼす影響の程度について調べた結果を示す特性線図である。ここで「モールドパウダ性介在物数指標」とは、電磁界の周波数を種々変化させたときの鋳片端部(短片面から280mmまでの範囲に対して長辺面の表面から20mm深さまで)に存在するモールドパウダ数をカウントし、これを指標化したものをいう。すなわち、磁場を印加しないときの平均レベルを基準とし、これをモールドパウダ性介在物数指標1.0とした。図から明らかなように、鋳片幅方向端部近傍のモールドパウダの巻込みは、周波数が1Hz以上の交流磁界を流動溶鋼に印加することによって大幅に低減される。

【0014】図3は横軸に鋳片幅中心からの距離(mm)をとり、縦軸にモールドパウダ性介在物数指標をとって、実施例の方法で製造した鋳片の品質と比較例のそれとを比べた結果を示す特性線図である。図中にて曲線A(白丸)は本実施例の結果を示し、曲線B(黒丸)は比較例の結果を示す。鋳片の表面から20mm深さまでの介在物量の鋳片幅方向分布につきそれぞれ調べた。図から明らかなように、最適条件下で鋳片幅方向の介在物分布を見ると、実施例では比較例(従来方法)に比べて介在物の集積が大幅に軽減しており、その傾向は、鋳片端部において顕著である。これは、鋳片幅方向端部近傍の異常下方流が解消されたことと、湯面変動量が大幅に減少した結果と考えられる。

【0015】なお、溶鋼に印加される磁場の周波数は、

現象的には上限はないが、15Hzを越えるとコイルのインダクタンスによるインピーダンスが急激に増大し、所定の磁界強度を得るために巨大な交流電源を必要とし、また、銅製鋳型の背面に電磁石を配置するような場合には、高周波ほど鋳型での減衰が大きくなり、エンジニアリング的に問題が大きい。したがって、印加磁場の周波数は15Hz以下とすることが望ましい。

【0016】

【実施例】以下、添付の図面および表を用いて本発明の実施例について説明する。垂直曲げ型連続鋳造機は約2.5mの垂直部分を有し、鋳型ユニットから凝固鋳片がピンチローラによって下流側に間欠引抜きされるようになっている。鋳型ユニットの上方にはタンディッシュ(図示せず)が設けられ、鋳型キャビティに浸漬ノズル4を介して溶鋼が連続鋳造されるようになっている。

【0017】図4及び図5に示すように、鋳型ユニットは水冷の鋳型壁5を有し、この鋳型壁5の外側に1対2組の磁極2がそれぞれ設けられている。各磁極2はリターンヨーク3によって連結され、1つの磁気回路が形成されている。各磁極2は鋳型壁5の長辺面にそれぞれ対面しており、交流電源(図示せず)から各磁極2のコイル1に給電するとキャビティ内の溶鋼に誘導磁界が生じるようになっている。この磁極2はほぼ水平に設けられている。鋳型壁5で取り囲まれたキャビティ内には浸漬ノズル4が挿入され、下部の1対の吐出孔6から溶鋼が吐出されるようになっている。鋳型内溶鋼の湯面上にはモールドパウダが浮んでいる。

【0018】ここで、浸漬ノズル4の下端部が磁極2より下方に位置しないように、浸漬ノズル4はレベル調整がなされている。この場合に、浸漬ノズル4の吐出孔6の下端から磁極2の幅中心までの距離Lが約250mmとなるように、浸漬ノズル4を鋳型内に挿入した。なお、磁極2によって得られる最大磁束密度は2850ガウス(0.285テスラ)である。

【0019】次に、上記の連続鋳造機を用いて溶鋼流動を制御をしながら鋳造する場合について説明する。鋳造開始とほぼ同時にコイル1に給電して磁界を形成する。この磁界は浸漬ノズル4からの吐出溶鋼に作用して短辺面に向かう流動力を弱めるので、吐出溶鋼は短辺面に衝突して下降流を形成しなくなる。

【0020】本発明の適用条件及びその結果を下記の表1に実施例1~4として示す。なお、従来方法を適用した比較例1~3を併記した。低炭素アルミキルド鋼に対して、鋳片サイズとして220×1650mm、鋳造速度は毎分1.6m(一部につき毎分1.8m)とし、印加磁場の周波数として1.05Hz、1.50Hz、1.95Hz、13.5Hzの適用試験を行った。なお、印加磁場の周波数は、比較のため従来技術の範囲である1Hz未満の0.25Hzと0.75Hz、及び、15Hz以上とし、16Hzも併せて検討した。

【0021】表1から明らかなように、実施例1及び2の条件下では、最終製品である冷延鋼板における介在物表面欠陥は大幅に減少しており、比較例1～3に示す従来技術における欠陥数に比べて1/3以下となっている。なお、比較例3の場合は、周波数が高すぎるので、\*

\*インピーダンスが増大してコイルに有効電流が流れず、また、鋳型銅板での減衰が大きく磁界強度が不足した結果、流動の制動力が不十分になった。

【0022】

【表1】

	比較例1	比較例2	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	比較例3
鋳造速度(m/min)	1.6	1.6	1.6	1.6	1.8	1.6	1.6
印加磁場の周波数(Hz)	0.25	0.75	1.05	1.50	1.95	18.5	16.0
鋳型端部近傍での液面変動量(mm)	9.4	7.6	3.8	3.7	3.8	5.1	8.7
鋳片端部近傍でのパウダー性介在物指標	1.2	0.7	0.5	0.4	0.4	0.6	1.1
冷延鋼板表面での介在物性欠陥指標	0.63	0.31	0.12	0.08	0.10	0.27	0.42

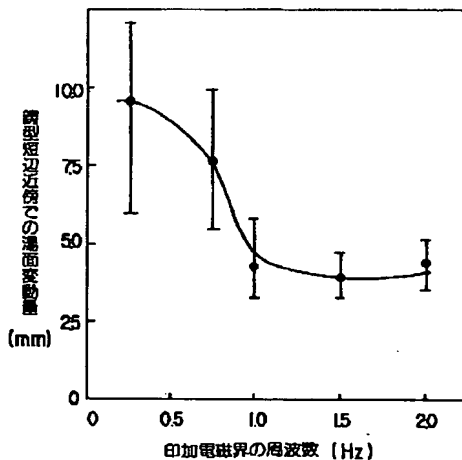
【0023】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、鋳型端部における異常下降流を防止しながら、かつ、メニスカスでの付随的な液面変動を生じさせないで鋳型内での溶鋼流動制御が可能となり、その結果、モールドパウダーの巻込みの防止と介在物の浮上促進が図られ、高い清浄性を有する高品質の鋳片を安定して製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】印加電磁界の周波数が湯面に及ぼす影響の程度について調べた結果を示す特性線図である。

【図1】



20 【図2】印加電磁界の周波数が鋳片品質に及ぼす影響の程度について調べた結果を示す特性線図である。

【図3】実施例の方法で製造した鋳片の品質と比較例のそれとを比べた結果を示す特性線図である。

【図4】本発明の実施例に係る連続鋳造方法に用いられた装置を示す断面模式図である。

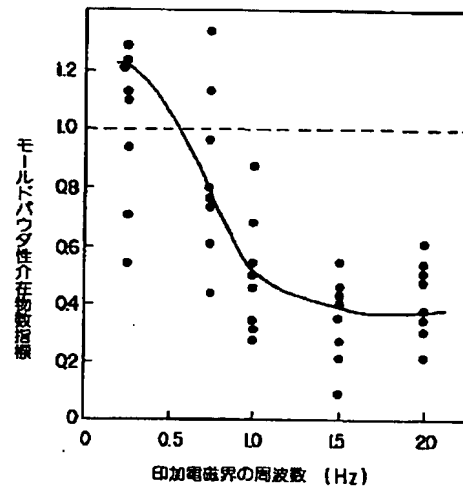
【図5】本発明の実施例に係る連続鋳造方法に用いられた装置を示す平面図である。

【符号の説明】

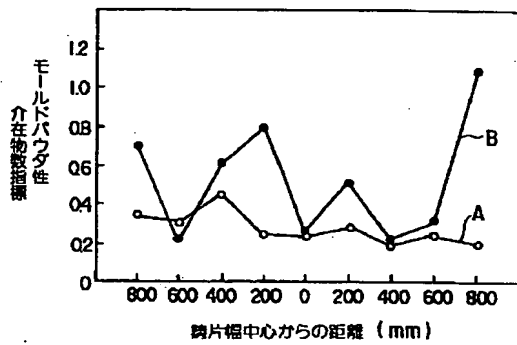
1…励磁コイル、2…磁極、3…リターンヨーク、4…浸漬ノズル、5…鋳型、6…吐出孔

30

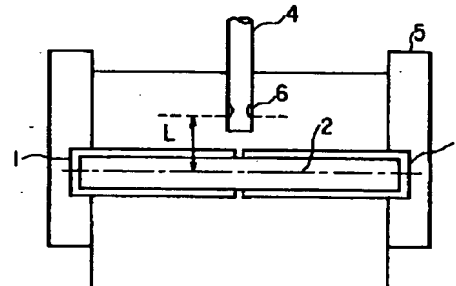
【図2】



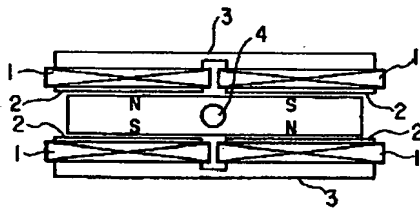
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 石井 俊夫  
東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日  
本鋼管株式会社内

(72)発明者 久保田 淳  
東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日  
本鋼管株式会社内